


# MAGNETIC RECORDING MEDIUM AND MAGNETIC RECORDER HAVING THE SAME

**Patent number:** JP2002298324  
**Publication date:** 2002-10-11  
**Inventor:** YANO AKIRA; WAKABAYASHI KOICHIRO;  
 SAKAMOTO HARUMI  
**Applicant:** HITACHI MAXELL LTD  
**Classification:**  
 - International: G11B5/66; H01F10/16; H01F10/30  
 - european:  
**Application number:** JP20010105491 20010404  
**Priority number(s):**

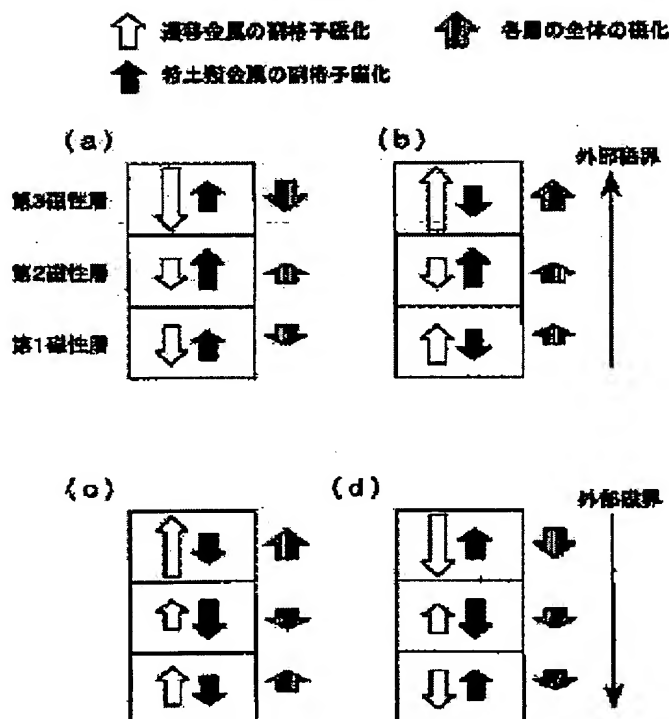
Also published as:

 JP2002298324 (A)

## Abstract of JP2002298324

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a magnetic recording medium with excellent thermal stability and to enable super high density recording, and to provide a magnetic recorder having it.

**SOLUTION:** The magnetic recording medium is provided with a first, a second and a third magnetic layers. Magnetization of the first and the second magnetic layers are in mutually opposite direction, products of the magnetization and layer thickness are approximately equivalent to each other and synthetic magnetization of the first and second magnetic layers become zero. Only magnetization of the third magnetic layer is detected in the case of reproduction. Sub-lattice magnetization of transition metal of the first to third magnetic layers and sub-lattice magnetization of rare earth metal are oriented to the same direction, the first to third magnetic layers are regarded as one magnetic material from such a magnetization state and activation volume in this case become for three layers of the first to third magnetic layers. Consequently, the magnetic recording medium is excellent in the thermal stability.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-298324

(P2002-298324A)

(43) 公開日 平成14年10月11日 (2002. 10. 11)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード* (参考)
G 1 1 B 5/66		G 1 1 B 5/66	5 D 0 0 6
H 0 1 F 10/16		H 0 1 F 10/16	5 E 0 4 9
	10/30	10/30	

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2001-105491(P2001-105491)

(22) 出願日 平成13年4月4日 (2001. 4. 4)

(71) 出願人 000005810

日立マクセル株式会社

大阪府茨木市丑寅1丁目1番88号

(72) 発明者 矢野 亮

大阪府茨木市丑寅一丁目1番88号 日立マクセル株式会社内

(72) 発明者 若林 康一郎

大阪府茨木市丑寅一丁目1番88号 日立マクセル株式会社内

(74) 代理人 100099793

弁理士 川北 喜十郎

最終頁に続く

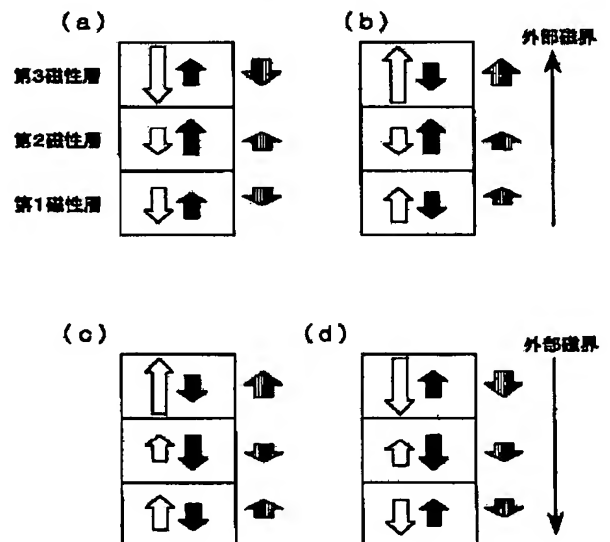
(54) 【発明の名称】 磁気記録媒体及びそれを備える磁気記録装置

(57) 【要約】

【課題】 熱安定性に優れ、超高密度記録可能な垂直磁気記録媒体及びそれを備える磁気記録装置を提供する。

【解決手段】 磁気記録媒体は、第1磁性層、第2磁性層及び第3磁性層を備える。第1磁性層と第2磁性層の磁化は互いに逆向きで、磁化と層厚の積がそれぞれほぼ等しく、第1磁性層と第2磁性層の合成磁化はゼロとなる。再生時には第3磁性層の磁化のみが検出される。第1磁性層～第3磁性層の遷移金属の副格子磁化及び希土類金属の副格子磁化はそれぞれ同方向に配向しており、かかる磁化状態からすると、第1磁性層～第3磁性層を1つの磁性体とみなすことができ、この場合の活性化体積は第1～第3磁性層の3層分となる。したがって、かかる磁気記録媒体は熱安定性に優れる。

↑ 遷移金属の副格子磁化    ↑ 各層の全体の磁化  
↑ 希土類金属の副格子磁化



【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板を有する磁気記録媒体において、上記基板上に第1磁性層、第2磁性層及び第3磁性層を順に備え、

第1磁性層、第2磁性層及び第3磁性層はいずれも垂直磁気異方性を有するフェリ磁性材料から形成され、第1磁性層の磁化と第2磁性層の磁化の向きが互いに逆向きであり、第1磁性層の磁化の大きさと層厚の積が、第2磁性層の磁化の大きさと層厚の積にほぼ等しいことを特徴とする磁気記録媒体。

【請求項2】 第1磁性層、第2磁性層及び第3磁性層を形成するフェリ磁性材料は、希土類金属と遷移金属との合金から形成されていることを特徴とする請求項1に記載の磁気記録媒体。

【請求項3】 第1磁性層は遷移金属の副格子磁化が優勢の組成を有し、第2磁性層は希土類金属の副格子磁化が優勢の組成を有することを特徴とする請求項2に記載の磁気記録媒体。

【請求項4】 第1磁性層は希土類金属の副格子磁化が優勢の組成を有し、第2磁性層は遷移金属の副格子磁化が優勢の組成を有することを特徴とする請求項2に記載の磁気記録媒体。

【請求項5】 第3磁性層は遷移金属の副格子磁化が優勢の組成を有し、第2磁性層の保磁力が、第1磁性層と第2磁性層との間で働く交換結合力と第2磁性層と第3磁性層との間で働く交換結合力との和よりも小さいことを特徴とする請求項3に記載の磁気記録媒体。

【請求項6】 第3磁性層は遷移金属の副格子磁化が優勢の組成を有し、第1磁性層の保磁力が、第1磁性層と第2磁性層との間で働く交換結合力よりも小さいことを特徴とする請求項4に記載の磁気記録媒体。

【請求項7】 第3磁性層は希土類金属の副格子磁化が優勢の組成を有し、第1磁性層の保磁力が、第1磁性層と第2磁性層との間で働く交換結合力よりも小さいことを特徴とする請求項3に記載の磁気記録媒体。

【請求項8】 第3磁性層は希土類金属の副格子磁化が優勢の組成を有し、第2磁性層の保磁力が、第1磁性層と第2磁性層との間で働く交換結合力と第2磁性層と第3磁性層との間で働く交換結合力との和よりも小さいことを特徴とする請求項4に記載の磁気記録媒体。

【請求項9】 第1磁性層及び第2磁性層の磁化の大きさをそれぞれM1、M2とし、第1磁性層及び第2磁性層の層厚をそれぞれt1及びt2としたときに、 $0.95 \leq (M1 \times t1) / (M2 \times t2) \leq 1.05$ の関係を満足することを特徴とする請求項1～8のいずれか一項に記載の磁気記録媒体。

【請求項10】 請求項1～9のいずれか一項に記載の磁気記録媒体と、情報を記録または再生するための磁気ヘッドと、上記磁気ヘッドを上記磁気記録媒体に対して駆動するた

めの駆動装置とを有する磁気記録装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、高密度記録可能な磁気記録媒体及びそれを用いた磁気記録装置に関し、特に、熱安定性に優れた垂直磁気記録媒体及びそれを備える磁気記録装置に関する。

【0002】

【従来の技術】近年の高度情報化社会の進展にはめざましいものがあり、各種形態の情報を統合したマルチメディアが急速に普及してきている。マルチメディアの一つとしてコンピュータ等に装着される磁気ディスク装置が知られている。現在、磁気ディスク装置は、記録密度を向上させつつ小型化する方向に開発が進められている。また、それに並行して装置の低価格化も急速に進められている。

【0003】磁気記録媒体において高密度磁気記録を実現するには、磁性層の保磁力の増大が必要である。磁気記録媒体の磁性層には、Co-Cr-Pt(-Ta)系の材料が広く用いられていた。この材料は、20nm程度のCoの結晶粒子が析出した結晶質材料である。かかる材料を磁性層に用いた磁気記録媒体において、高記録密度を実現するためには、記録時や消去時に磁化反転が生じる単位（磁気クラスター）を更に小さくするとともに、その粒子サイズの分布を小さくして、磁性層の構造や組織を精密に制御しなければならない。このように磁性層の構造や組成を制御することにより、再生時に媒体から発生するノイズを低減することができる。しかし、結晶粒子サイズに分布が存在し、サイズの小さな粒子が存在していると、熱減磁や熱揺らぎが生じて、形成した磁区が安定に存在できない場合があった。これは、サイズの小さな粒子がトリガーとなり、この粒子を核として磁化反転が生じるためである。特に、記録密度の増大に伴って磁区が微細化されると熱減磁や熱揺らぎの影響は著しい。

【0004】高密度記録のためには、磁性層の熱的安定性を高めなければならない。磁性層の熱的安定性については、 $(Ku \cdot V) / (k \cdot T)$ で示される値を指標とすることができる。ここで、Ku：磁気異方性エネルギー、V：活性化体積、k：ボルツマン定数、T：温度である。この値が大きいほど、磁性層は熱的に安定であることを示す。それゆえ、磁性層の熱的安定性を高めるには、活性化体積V及び磁気異方性エネルギーKuを大きくする必要がある。

【0005】従来は、活性化体積Vや磁気異方性エネルギーKuを増大するために、磁性層の組成や構造、更には、磁気記録媒体の構造を工夫してきた。例えば、米国特許4652499号には基板と磁性層との間にシード膜を設ける方法が開示されている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述のシード膜を設ける方法を用いて磁性層における磁性粒子径及びその分布を制御することには限界があり、微小な粒子や粗大化した粒子が混在している場合があった。微小な粒子や粗大化した粒子は、情報を記録する場合（磁化を反転させる場合）に、周囲の磁性粒子からの漏洩磁界の影響を受ける。例えば、大きな粒子は、周囲の粒子に磁気的な相互作用を与えるために、安定した記録が行えないという課題があった。

【0007】一方、磁性層の耐熱性を確保するために希土類金属と遷移金属とからなる非晶質合金（希土類-遷移金属合金）を磁性層に用いることが検討されている。かかる材料は磁気異方性エネルギーが高く、熱安定性に優れる。しかしながら、かかる材料を磁性層に用いたとしても、更なる高密度記録のためには磁性層を薄膜化するとともに記録磁区を微小化する必要があるため、活性化体積は小さくなり熱安定性が低下するという問題が生じる。

【0008】本発明は、かかる問題を解決するためになされたものであり、その目的は、活性化体積が大きく、記録磁区の熱安定性に極めて優れる垂直磁気記録媒体及びそれを備える磁気記録装置を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明の第1の態様に従えば、基板を有する磁気記録媒体において、上記基板上に第1磁性層、第2磁性層及び第3磁性層を順に備え、第1磁性層、第2磁性層及び第3磁性層はいずれも垂直磁気異方性を有するフェリ磁性材料から形成され、第1磁性層の磁化と第2磁性層の磁化の向きが互いに逆向きであり、第1磁性層の磁化の大きさと層厚の積が、第2磁性層の磁化の大きさと層厚の積にほぼ等しいことを特徴とする磁気記録媒体が提供される。

【0010】本発明に磁気記録媒体は、基板上に第1磁性層、第2磁性層及び第3磁性層が順に積層された構造を有する。第1磁性層、第2磁性層及び第3磁性層は、いずれも垂直磁化を示すフェリ磁性材料を用いて形成され、互いに交換結合している。かかるフェリ磁性材料としては、例えば、希土類-遷移金属合金が好適である。フェリ磁性材料として希土類-遷移金属合金を用いた場合、第1磁性層と第2磁性層との間、及び第2磁性層と第3磁性層との間では、希土類金属のそれぞれの副格子磁化が交換結合して同一方向に配向するとともに、遷移金属のそれぞれの副格子磁化も交換結合して同一方向に配向している。このように、第1磁性層～第3磁性層の3層の磁性層の内部では、遷移金属の副格子磁化が全て同一方向に配向し、希土類金属の副格子磁化が全て同一方向に配向しており、このような交換結合した磁化状態からすれば、第1磁性層～第3磁性層の3層の磁性層は全体として1層の磁性層とみなすことができる。それゆえ、磁気記録媒体の活性化体積Vは、実質的に第1磁性

層～第3磁性層の3層分になっていると考えることができ、熱安定性の指標である  $(Ku \cdot V) / (k \cdot T)$  の値は、磁性層単層の場合よりも大きくなる。

【0011】また、第1磁性層の全体の磁化と第2磁性層の全体の磁化は互いに逆向きで、磁化の大きさと層の厚みとの積がほぼ等しいので、第1磁性層と第2磁性層の2層の磁化の総和は実質的にゼロである。それゆえ、再生時に媒体から検出される磁化は、第3磁性層の磁化である。また、第1磁性層と第2磁性層の2層の磁化の総和は実質的にゼロであるので、第1磁性層及び第2磁性層が第3磁性層の磁化に悪影響を与えることはなく、第3磁性層の磁化を安定に保持することができる。したがって、再生時には、第3磁性層の磁化を確実に検出することができる。

【0012】本発明では、第1磁性層及び第2磁性層の磁化の大きさをそれぞれM1、M2とし、第1磁性層及び第2磁性層の層の厚みをそれぞれt1及びt2としたときに、 $0.95 \leq (M1 \times t1) / (M2 \times t2) \leq 1.05$  の関係を満足することが好ましい。また、第1磁性層の膜厚は2nm～20nmが好適であり、第2磁性層の膜厚は2nm～20nmが好適である。また、第3磁性層の膜厚は2nm～40nmが好適である。

【0013】本発明の磁気記録媒体において、第1磁性層を形成する希土類-遷移金属合金が、遷移金属の副格子磁化が優勢の組成の場合、第2磁性層を形成する希土類-遷移金属合金は希土類金属の副格子磁化が優勢の組成にすることが望ましい。また、逆に、第1磁性層を形成する希土類-遷移金属合金が、希土類金属の副格子磁化が優勢の組成の場合、第2磁性層を形成する希土類-遷移金属合金は遷移金属の副格子磁化が優勢の組成にすることが望ましい。このように第1磁性層及び第2磁性層を構成すれば、第1磁性層及び第2磁性層の磁化の大きさを容易に調整することができる。一方、第3磁性層を形成する希土類-遷移金属合金は、遷移金属の副格子磁化が優勢の組成であっても、希土類金属の副格子磁化が優勢の組成であってもよい。

【0014】第2磁性層及び第3磁性層が、ともに遷移金属（または希土類金属）の副格子磁化が優勢の組成の場合は、第2磁性層の保磁力は、第1磁性層と第2磁性層との間で働く交換結合力よりも小さいことが好ましい。また、第2磁性層が、遷移金属の副格子磁化が優勢の組成であり、第3磁性層が希土類金属の副格子磁化が優勢の組成の場合、或いは第2磁性層が希土類金属の副格子磁化が優勢の組成であり、第3磁性層が遷移金属の副格子磁化が優勢の組成の場合は、第2磁性層の保磁力が、第1磁性層と第2磁性層との間で働く交換結合力と、第2磁性層と第3磁性層との間で働く交換結合力との和よりも小さいことが好ましい。このように第1磁性層～第3磁性層を構成することにより、情報の記録または消去による外部磁界印加で第1磁性層～第3磁性層の

磁化方向を記録方向に揃えた後、外部磁界の印加を止めて磁界強度がゼロになったときに、第1磁性層と第2磁性層の磁化を互いに反対向きで安定化させることができる。

【0015】ここで、本発明の磁気記録媒体の記録原理について図2を参照しながら説明する。図2(a)は外部磁界のない場合の第1～第3磁性層の磁化の様子を模式的に示した図である。なお、図2においては、下向きを記録方向としている。また、磁気記録媒体は、第1磁性層、第2磁性層及び第3磁性層がいずれも希土類-遷移金属合金から形成され、第1磁性層及び第3磁性層が遷移金属の副格子磁化が優勢の組成を有し、第2磁性層が希土類金属の副格子磁化が優勢の組成を有している。

【0016】図2(a)において、第1磁性層～第3磁性層の間には、第1磁性層～第3磁性層を形成する遷移金属の副格子磁化同士及び希土類金属の副格子磁化同士の平行にしようとする交換結合力が働き、第1磁性層～第3磁性層の遷移金属の副格子磁化及び希土類金属の副格子磁化はそれぞれ同方向に配向している。第1磁性層は遷移金属の副格子磁化が優勢であるので、第1磁性層の全体の磁化は遷移金属の副格子磁化と同様に下向きとなる。一方、第2磁性層は希土類金属の副格子磁化が優勢であるので、第2磁性層の全体の磁化は希土類金属の副格子磁化と同様に上向きとなる。第3磁性層は遷移金属の副格子磁化が優勢であるので第3磁性層の全体の磁化は遷移金属の副格子磁化と同様に下向きとなっている。第1磁性層と第2磁性層の全体の磁化は逆向きであり、第1磁性層の磁化と層厚(膜厚)との積が、第2磁性層の磁化と層厚(膜厚)との積にほぼ等しいので、第1磁性層と第2磁性層の合成の磁化はほぼゼロである。それゆえ、情報再生時に磁気記録媒体から検出される磁化は第3磁性層の磁化である。

【0017】図2(a)に示したように、第1磁性層～第3磁性層の遷移金属の副格子磁化及び希土類金属の副格子磁化はそれぞれ同方向に配向しており、このような磁化状態からすれば、第1磁性層～第3磁性層は1つの磁性体とみなせる。かかる磁性体の活性化体積は、交換結合していない場合の3倍であるので、磁性体は熱安定性に優れている。また、かかる磁性体においては、希土類金属の副格子磁化は、第1磁性層～第3磁性層の希土類金属の副格子磁化の総和であり、遷移金属の副格子磁化は、第1磁性層～第3磁性層の遷移金属の副格子磁化の総和である。また、磁性体の全体の磁化は、第1磁性層～第3磁性層の希土類金属の副格子磁化の総和と、第1磁性層～第3磁性層の遷移金属の副格子磁化の総和との差であるが、第1磁性層と第2磁性層の全体の磁化は打ち消しあっていることから、実質的に第3磁性層の全体の磁化が磁性体の全体の磁化である。

【0018】次いで、情報を記録するために、図2(b)に示すように、磁界強度の十分強い外部磁界を上

向きに印加すると、第1磁性層から第3磁性層までの全ての磁性層の磁化は外部磁界の方向(記録方向)に向く。このとき、第1磁性層及び第3磁性層の遷移金属の副格子磁化は上向きであり、第2磁性層の遷移金属の副格子磁化は下向きになっている。また、第1磁性層及び第3磁性層の希土類金属の副格子磁化は下向きであり、第2磁性層の希土類金属の副格子磁化は上向きである。

【0019】図2(c)に示すように、磁気記録媒体への外部磁界の印加を止めて外部磁界強度がゼロになると、第1磁性層及び第3磁性層は記録方向に磁化する。すなわち、第1磁性層及び第3磁性層の全体の磁化が上方に向く。一方、第2磁性層の遷移金属及び希土類金属の副格子磁化には、それぞれ、その上下に位置する第1磁性層及び第3磁性層の遷移金属及び希土類金属の副格子磁化によって、副格子磁化の向きを揃えようとする交換結合力が働く。すなわち、第1磁性層及び第3磁性層から、第2磁性層の遷移金属の副格子磁化を上方に向かせ、希土類金属の副格子磁化を下方に向かせようとする交換結合力が働く。第2磁性層の保磁力がかかる交換結合より小さいと、第2磁性層の遷移金属の副格子磁化が上方に向き、希土類金属の副格子磁化が下方に向くので、第2磁性層の全体の磁化は下方向に向く。その結果、第1磁性層～第3磁性層の遷移金属の副格子磁化は交換結合により全て上向きとなり、希土類金属の副格子磁化は交換結合により全て下向きとなる。この場合も、第1磁性層～第3磁性層の遷移金属の副格子磁化及び希土類金属の副格子磁化はそれぞれ同方向に配向していることから、第1磁性層～第3磁性層の3層の磁性層を1つの磁性体とみなすことができ、活性化体積は第1磁性層～第2磁性層の3層分になっている。また、第2磁性層の磁化は第1磁性層の磁化と逆向きであり、第1磁性層の磁化と層厚との積が、第2磁性層の磁化と層厚との積にほぼ等しいので、第1磁性層と第2磁性層の磁化は打ち消し合い、第3磁性層の磁化は記録方向に安定化する。こうして第3磁性層に情報が記録される。

【0020】このように情報が記録された磁気記録媒体に、図2(d)に示すように、消去方向に十分に大きな外部磁界を印加すると、第1磁性層から第3磁性層までの全ての磁性層の磁化は外部磁界の方向(消去方向)に向く。このとき、第1磁性層及び第3磁性層の遷移金属の副格子磁化は下向きであり、第2磁性層の遷移金属の副格子磁化は上向きになっている。また、第1磁性層及び第3磁性層の希土類金属の副格子磁化は上向きであり、第2磁性層の希土類金属の副格子磁化は下向きである。そして、磁気記録媒体への外部磁界の印加を止めて外部磁界強度がゼロになると、第1磁性層及び第3磁性層の全体の磁化は下向きに、第2磁性層の全体の磁化は、第1磁性層及び第3磁性層の遷移金属及び希土類金属の副格子磁化の交換結合により上向きに磁化し、第1磁性層～第3磁性層は、図2(a)に示した磁化状態

になる。こうして、磁気記録媒体に記録された情報は消去される。

【0021】つぎに、磁気記録媒体の第1磁性層が希土類金属の副格子磁化が優勢の組成を有し、第2磁性層及び第3磁性層が遷移金属の副格子磁化が優勢の組成を有している場合の記録原理について図3を用いて説明する。

【0022】図3(a)において、第1磁性層と第2磁性層の間には、第1磁性層及び第2磁性層を形成する遷移金属の副格子磁化同士及び希土類金属の副格子磁化同士を平行にしようとする交換結合力が働いている。第1磁性層は希土類金属の副格子磁化が優勢であるので、第1磁性層の全体の磁化は希土類金属の副格子磁化と同様に下向きとなる。一方、第2磁性層は遷移金属の副格子磁化が優勢であるので、第2磁性層の全体の磁化は遷移金属の副格子磁化と同様に上向きとなる。また、第3磁性層は遷移金属の副格子磁化が優勢であるので第3磁性層の全体の磁化は遷移金属の副格子磁化と同様に下向きとなっている。第1磁性層と第2磁性層の全体の磁化は逆向きであり、第1磁性層の磁化と層厚との積が、第2磁性層の磁化と層厚との積に互いにほぼ等しいので、第1磁性層と第2磁性層の合成の磁化はほぼゼロである。それゆえ、かかる構成の磁気記録媒体も、情報再生時に磁気記録媒体から検出される磁化は第3磁性層の磁化である。

【0023】この場合も、第1磁性層～第3磁性層の遷移金属の副格子磁化及び希土類金属の副格子磁化はそれぞれ同方向に配向しているので、かかる磁化状態からすれば、第1磁性層～第3磁性層は1つの磁性体とみなすことができ、活性化体積が第1磁性層～第3磁性層の3層分となって熱的安定性が高められる。

【0024】次いで、情報を記録するために、図3(b)に示すように、磁界強度の十分強い外部磁界を上向きに印加すると、第1磁性層から第3磁性層までの全ての磁性層の磁化は外部磁界の方向(記録方向)に向く。このとき、第2磁性層及び第3磁性層の遷移金属の副格子磁化は上向きであり、第1磁性層の遷移金属の副格子磁化は下向きになっている。一方、第2磁性層及び第3磁性層の希土類金属の副格子磁化は下向きであり、第1磁性層の希土類金属の副格子磁化は上向きである。

【0025】図3(c)に示すように、磁気記録媒体への外部磁界の印加を止めて外部磁界強度がゼロになると、第2磁性層及び第3磁性層は記録方向に磁化する。すなわち、第2磁性層及び第3磁性層の全体の磁化が上方に向く。一方、第1磁性層の遷移金属及び希土類金属の副格子磁化には、その上方に位置する第2磁性層の遷移金属及び希土類金属の副格子磁化により、副格子磁化の向きを互いに揃えようとする交換結合力が働く。すなわち、第2磁性層から、第1磁性層の希土類金属の副格子磁化を下方に向けさせ、遷移金属の副格子磁化を上方に

向けさせようとする交換結合力が働く。第1磁性層の保磁力がかかる交換結合力よりも小さいと、第1磁性層の遷移金属の副格子磁化が上方に向き、希土類金属の副格子磁化が下方に向くので、第2磁性層の全体の磁化は下方に向く。その結果、第1磁性層～第3磁性層の遷移金属の副格子磁化は交換結合により全て上向きとなり、希土類金属の副格子磁化は交換結合により全て下向きとなる。また、第1磁性層の磁化は第2磁性層の磁化と逆向きであり、第1磁性層の磁化と層厚との積が、第2磁性層の磁化と層厚との積にほぼ等しいので、第1磁性層と第2磁性層の磁化は打ち消し合い、第3磁性層の磁化は記録方向に安定化する。こうして第3磁性層に情報が記録される。

【0026】このように情報が記録された磁気記録媒体に、図3(d)に示すように、消去方向に十分に大きな外部磁界を印加すると、第1磁性層から第3磁性層までの全ての磁性層の磁化は外部磁界の方向(消去方向)に向く。このとき、第2磁性層及び第3磁性層の遷移金属の副格子磁化は下向きであり、第1磁性層の遷移金属の副格子磁化は上向きになっている。また、第2磁性層及び第3磁性層の希土類金属の副格子磁化は上向きであり、第1磁性層の希土類金属の副格子磁化は下向きである。そして、磁気記録媒体への外部磁界の印加を止めて外部磁界強度がゼロになると、第2磁性層及び第3磁性層の全体の磁化は下向きに、第1磁性層の全体の磁化は、第1磁性層と第2磁性層の、遷移金属の副格子磁化同士の間で働く交換結合力及び希土類金属の副格子磁化同士の間で働く交換結合力により上向きに磁化し、第1磁性層～第3磁性層は、図3(a)に示した磁化状態になる。こうして、磁気記録媒体に記録された情報は消去される。

【0027】本発明の第2の態様に従えば、本発明の第1の態様に従う磁気記録媒体と、情報を記録または再生するための磁気ヘッドと、上記磁気ヘッドを上記磁気記録媒体に対して駆動するための駆動装置とを有する磁気記録装置が提供される。

【0028】本発明の磁気記録装置は、本発明の第1の態様に従う磁気記録媒体を装着しているので熱安定性に優れ、情報を超高密度に且つ正確に記録することができる。それゆえ大記憶容量の磁気記録装置を提供することができる。

【0029】本発明の磁気記録装置の磁気ヘッドは、磁気記録媒体に記録された情報を再生するための再生素子として、MR素子(Magneto Resistive素子; 磁気抵抗効果素子)やGMR素子(Giant Magneto Resistive素子; 巨大磁気抵抗効果素子)、TMR素子(Tunneling Magneto Resistive素子; 磁気トンネル型磁気抵抗効果素子)を搭載することができる。これらの再生素子を用いることにより磁気記録媒体に記録された情報を高いS/Nで再生することができる。



### 【0030】

【発明の実施の形態】以下、本発明に従う磁気記録媒体及び磁気記録装置について実施例を用いて詳細に説明するが、本発明はこれに限定されるものではない。

### 【0031】

【実施例】この実施例では、本発明に従う磁気記録媒体として、図1の概略断面図に示すような断面構造を有する磁気記録媒体を作製した。磁気記録媒体10は、基板1上に下地層2、第1磁性層3、第2磁性層4、記録層（第3磁性層）5及び保護層6を順次積層した構造を有する。以下、磁気記録媒体10の製造方法について説明する。

【0032】まず、基板1として、直径2.5インチ（約6.35cm）のガラス基板を用意した。この基板1上に、下地層2として窒化シリコン膜をDCマグネトロンスパッタ法により50nmの膜厚で形成した。ターゲット材料にはシリコンを、放電ガスにはAr-N<sub>2</sub>混合ガス（Ar/N<sub>2</sub>分圧比2:1）をそれぞれ使用した。スパッタ時の圧力は0.1Pa、投入DC電力は2kW/6インチφである。

【0033】つぎに、下地層2上に第1磁性層3として遷移金属の副格子磁化が優勢な組成のTb-Fe-Coの非晶質合金層を形成した。ここで、第1磁性層3、第2磁性層4及び記録層5の形成には、TbとFeとCoの3つのターゲットを同時にスパッタする3元同時DCマグネトロンスパッタ法を用いた。各々の磁性層の組成は、TbとFeとCoのターゲットの放電電力を独立に調整することによって制御した。第1磁性層3の成膜の際の各ターゲットの放電電力は、遷移金属の副格子磁化が優勢となる組成になるように、Tbが0.40kW/6インチφ、Feが1.96kW/6インチφ、Coが0.25kW/6インチφとした。第1磁性層3の膜厚は8nmとした。放電ガスにはArを用い、スパッタ時の放電ガス圧力は0.26Paとした。

【0034】得られた第1磁性層3の保磁力は2.1kOe（約167.118kA/m）であり、飽和磁化は660emu/ml、飽和磁化と層厚の積は0.528memu/cm<sup>2</sup>、垂直磁気異方性エネルギーは8.6×10<sup>6</sup>erg/cm<sup>3</sup>であった。

【0035】次いで、第1磁性層3上に第2磁性層4として希土類金属の副格子磁化が優勢な組成のTb-Fe-Coからなる非晶質合金層を形成した。各ターゲットの放電電力は、希土類金属の副格子磁化が優勢の組成になるように、Tbが1.28kW/6インチφ、Feが1.17kW/6インチφ、Coが0.15kW/6インチφとした。第2磁性層の膜厚は14nmとした。放電ガスにはArを用い、スパッタ時の放電ガス圧力は0.26Paとした。

【0036】得られた第2磁性層4の保磁力は0.8kOeであり、飽和磁化は380emu/ml、飽和磁化

と層厚の積は0.532memu/cm<sup>2</sup>、垂直磁気異方性エネルギーは1.8×10<sup>6</sup>erg/cm<sup>3</sup>であった。

【0037】つぎに、第2磁性層4上に記録層5として遷移金属の副格子磁化が優勢な組成のTb-Fe-Coの非晶質合金層を形成した。記録層5の成膜において、各ターゲットの放電電力は、Tbが0.55kW/6インチφ、Feが1.83kW/6インチφ、Coが0.24kW/6インチφとした。記録層5の膜厚は20nmとした。放電ガスにはArを用い、スパッタ時の放電ガス圧力は0.85Paとした。

【0038】得られた記録層5の保磁力は5.2kOeであり、飽和磁化は350emu/ml、飽和磁化と層厚の積は0.7memu/cm<sup>2</sup>、垂直磁気異方性エネルギーは5.2×10<sup>6</sup>erg/cm<sup>3</sup>であった。

【0039】最後に、記録層5上に保護層6としてC（カーボン）膜を5nmの膜厚でDCマグネトロンスパッタ法により形成した。ターゲット材料にCを、放電ガスにArをそれぞれ用いた。スパッタ時の放電ガス圧力は0.1Pa、投入DC電力は1.5kW/6インチφである。こうして、図1に示す積層構造を有する磁気記録媒体を作製した。

【0040】〔磁気記録装置〕つぎに、磁気記録媒体の表面上に潤滑剤を塗布することによって磁気ディスクを完成させた。そして同様のプロセスにより複数の磁気ディスクを作製し、磁気記録装置に同軸上に組み込んだ。磁気記録装置の概略構成を図4及び図5に示す。

【0041】図4は磁気記録装置100の上面の図であり、図5は、磁気記録装置100の図4における破線A-A'方向の断面図である。記録用磁気ヘッドとして、2.1Tの高飽和磁束密度を有する軟磁性層を用いた薄膜磁気ヘッドを用いた。また、記録信号は、巨大磁気抵抗効果を有するデュアルスピンバルブ型GMR磁気ヘッドにより再生した。磁気ヘッドのギャップ長は0.12μmであった。記録用磁気ヘッド及び再生用磁気ヘッドは一体化されており、図4及び図5では磁気ヘッド53として示した。この一体型磁気ヘッドは磁気ヘッド用駆動系54により制御される。複数の磁気ディスク51はスピンドル52により同軸回転される。ここで、磁気ヘッド面と磁性層との距離は12nmに保った。

【0042】つぎに、磁気ディスクの熱安定性を調べるために環境試験を行なった。環境試験では、40Gbts/inch<sup>2</sup>に相当する信号を記録した磁気ディスクを60℃～70℃の環境中に8時間放置した後、記録した信号を再生した。その結果、環境試験前の再生信号出力に比べて出力の低下は1%以下であった。比較のために、従来の磁気ディスクとして第1磁性膜及び第2磁性膜を備えない、基板/下地層/記録層/保護層の積層構造を有する磁気ディスクを作製し、かかる磁気ディスクに同様の環境試験を行なったところ、環境試験前の再

生信号出力に対して6%の出力の低下が観測された。このように、本発明の磁気ディスクは、第1及び第2磁性層を備えない従来の磁気ディスクよりも、熱安定性を大きく向上させることができた。また、本発明の磁気ディスクの欠陥レートを測定したところ、信号処理を行わない場合の値で $1 \times 10^{-5}$ 以下であった。

【0043】以上、本発明に従う磁気記録媒体及びそれを備える磁気記録装置について実施例により説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、種々の改良例及び変形例を含み得る。上記実施例では第1磁性層～第3磁性層をTb-Fe-Coを用いて形成したが、例えば、Tb、Gd、Dy及びHoからなる群から選ばれる少なくとも1種類の希土類元素と、Fe、Co及びNiからなる群から選ばれる少なくとも1種類の遷移金属とからなるフェリ磁性材料を用いることもできる。

【0044】また、上記実施例では、第1磁性層を遷移金属の副格子磁化が優勢となる組成にし、第2磁性層を希土類金属の副格子磁化が優勢となる組成としたが、第1磁性層を希土類金属の副格子磁化が優勢の組成にし、第2磁性層を遷移金属の副格子磁化が優勢の組成にしてもよい。また、第3磁性層も遷移金属の副格子磁化が優勢の組成にしたが、希土類金属の副格子磁化が優勢の組成にしてもよい。

【0045】

【発明の効果】本発明の磁気記録媒体は、磁化の大きさがほぼ等しく磁化方向が互いに逆向きの第1磁性層及び第2磁性層の存在により、情報の記録再生用の第3磁性層の磁化は安定化するとともに、第1磁性層～第3磁性層を互いに接して備えるので活性化体積は第1～第3磁性層の3層分となり熱安定性が高められる。したがっ

て、高密度記録のために微小磁区を形成しても、熱揺らぎが少なく、記録した情報を長期間に渡って安定に保持することができる。それゆえ、本発明の磁気記録媒体を備える磁気記録装置は、記録安定性に優れ、超高密度磁気記録の実現を可能にする。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に従う磁気記録媒体の断面構造を模式的に示す図である。

【図2】図1に示した磁気記録媒体の記録原理について説明するための図である。

【図3】図2とは別の構成を有する磁気記録媒体の記録原理について説明するための図である。

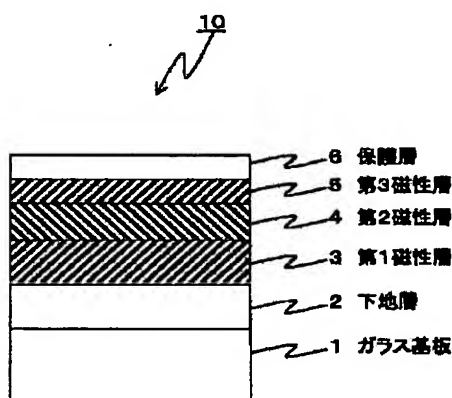
【図4】本発明に従う磁気記録装置の概略構成図である。

【図5】図4の磁気記録装置のA-A'方向における断面図である。

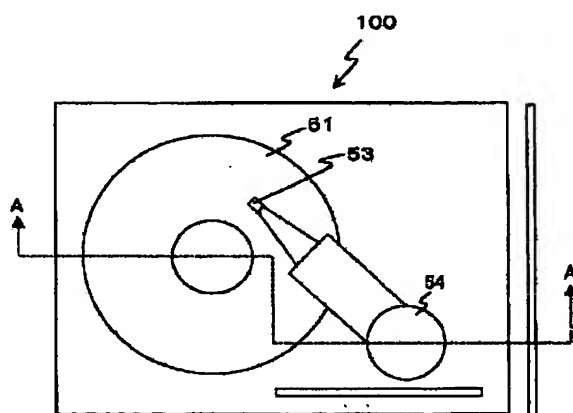
【符号の説明】

- 1 基板
- 2 下地膜
- 3 第1磁性層
- 4 第2磁性層
- 5 記録層（第3磁性層）
- 6 保護層
- 10 磁気記録媒体
- 51 磁気ディスク
- 52 スピンドル
- 53 磁気ヘッド
- 54 磁気ヘッドの駆動系
- 100 磁気記録装置

【図1】

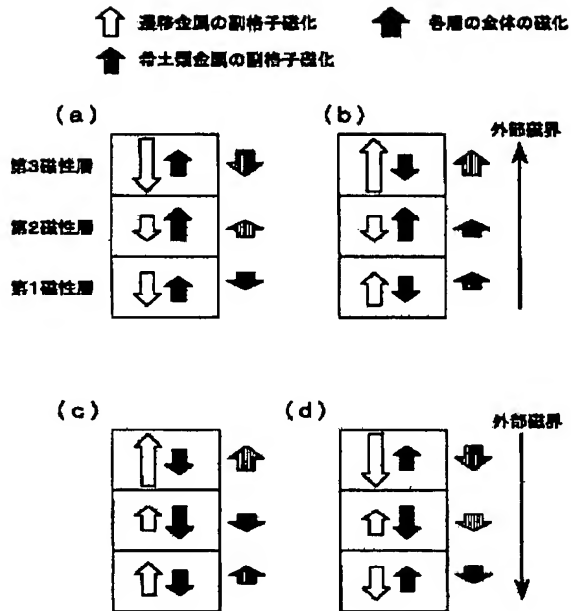


【図4】

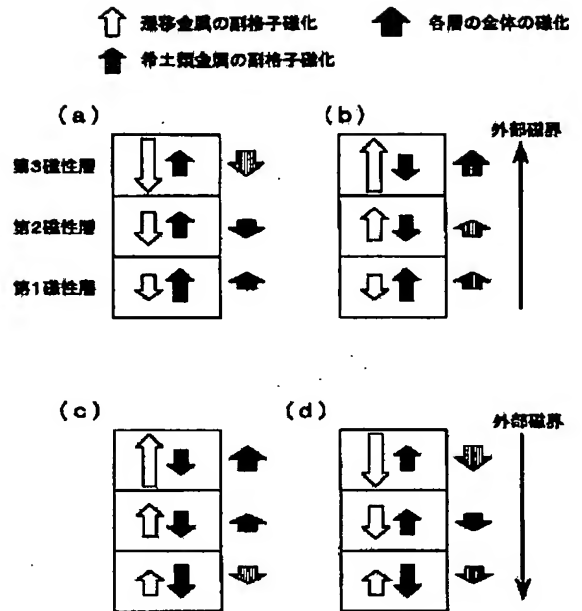




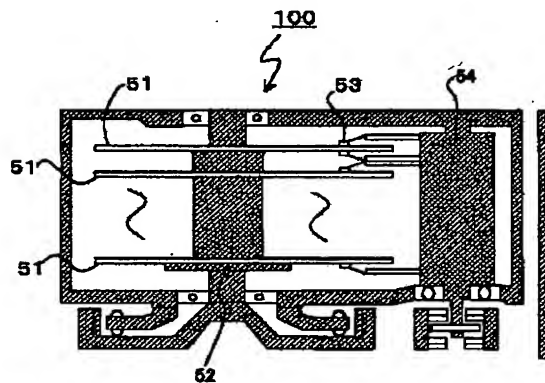
【図 2】



【図 3】



【図 5】



フロントページの続き

(72)発明者 坂本 晴美  
大阪府茨木市丑寅一丁目 1 番88号 日立マ  
クセル株式会社内

Fターム(参考) 5D006 BB01 BB07 BB08 DA03 DA08  
EA03 FA04  
5E049 AA01 AA04 AC05 BA06 BA12  
CB01